



ВИСНОВКИ

Цементноорганічні бетонні суміші (ЦОБС) є різновидом дорожніх бетонних сумішей, які виготовляють у змішувачах примусової дії шляхом послідовної обробки піщано-щебеневої суміші цементом, водою й органічним в'язучим. Зерна піщано-щебеневої суміші у ЦОБС з'єднані між собою в монолітний матеріал за рахунок сил когезії та адгезії як цементу, так і органічного в'язучого, а тому властивості такого бетону займають проміжне положення між властивостями цементобетону та асфальтобетону. Для забезпечення гідrataції цементу в ЦОБС використовують органічне в'язуче у вигляді водної суспензії (пасти), яка утворюється безпосередньо в процесі перемішування складових компонентів суміші.

Цемент у таких сумішах виконує роль не тільки гідравлічного в'язучого, але й активатора поверхні зерен піщано-щебеневої суміші, твердого емульгатора органічного в'язучого та замінича мінерального порошку.

На відміну від асфальтобетонних сумішей у приготуванні ЦОБС складові компоненти нагрівають до температури, що не перевищує 100 °С, – це дає можливість використовувати необезводнені кам'яні матеріали й органічні в'язучі, і тим самим скоротити витрати паливно-енергетичних ресурсів. Для приготування таких сумішей можна використовувати розрізаний в'язкий бітум, рідкий бітум, нафтовий гудрон і бітумну емульсію.

Загальна витрата цементу й органічного в'язучого, необхідного для приготування ЦОБС, коливається в межах від 8 % до 12% (понад 100% маси піщано-щебеневої суміші), вміст цементу при цьому становить (3-6)%, а органічного в'язучого – (4-5)%. Необхідна кількість води – (3-5)%. ЦОБС такого складу мають досить високу міцність як у сухому, так і у водонасиченому стані. Їхня міцність за температури 50 °С становить не менше 75% від їхньої міцності за 20 °С, що виключає утворення на покриттях із ЦОБС колійності, зсувів та інших деформацій.

Крім скорочення витрати органічних в'язучих і паливно-енергетичних ресурсів, технологія приготування ЦОБС забезпечує зменшення забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами і поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці робітників.



ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 4044-2001. Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні вимоги.
2. ДСТУ Б В.2.7-46. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні вимоги.
3. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості.
4. ДСТУ Б В.2.7-75. Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови.
5. ДСТУ Б В.2.7-89-99. Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього і аеродромного будівництва. Методи випробувань.
6. ДСТУ Б В.2.7-119:2011. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
7. ДСТУ Б В.2.7-129:2013. Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови.



УДК 665.775.4

© Золотарьов В. О., докт. техн. наук, професор;

© Єфремов С. В., канд. техн. наук, доцент;

© Корюк В. П., н. с. (ХНАДУ)

ПЕРШИЙ ДОСВІД ОЦІНКИ СЕГРЕГАЦІЇ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ ЗА ЄВРОПЕЙСЬКИМ МЕТОДОМ

Анотація. Представлені результати визначення сегрегації асфальтобетонних сумішей за методом, прийнятим у ЄС. Показано особливості сегрегації сумішей різних гранулометричних типів з бітумами різної консистенції, з різним вмістом бітумів. Визначено показники фізико-механічних властивостей асфальтобетонів із сумішей, відібраних з різних зон сегрегації.

Ключові слова: асфальтобетонна суміш, асфальтобетон, сегрегація, фізико-механічні властивості.

Аннотация. Представлены результаты определения сегрегации асфальтобетонных смесей методом, принятым в ЕС. Показаны особенности сегрегации смесей различных гранулометрических типов с битумами различной консистенции, с различным содержанием битумов. Определены показатели физико-механических свойств асфальтобетонов из смесей, отобранных из различных зон сегрегации.

Ключевые слова: асфальтобетонные смеси, асфальтобетон, сегрегация, физико-механические свойства.

Abstract. The results of the determination of asphalt concrete mixture segregation by the method adopted in the EU are presented. The features of segregation of mixtures of different granulometric types with bitumens of different consistency, with different contents of bitumen are shown. The indexes of physical and mechanical properties of asphalt-concrete from mixtures taken from various segregation zones are determined.

Keywords: asphalt concrete mixture; asphalt concrete; segregation; physical and mechanical properties.

ВСТУП

Гомогенність і стабільність складу грубодисперсних сипучих систем на всіх стадіях технологічного циклу – від підготовки складових до отримання кінцевого продукту – є одним з провідних факторів їхньої якості. Щодо асфальтобетонних сумішей цей фактор, за рідкісним винятком [1, 2, 3], не брався до уваги у дорожній галузі колишнього СРСР. Він залишається не основним і сьогодні, тоді як у країнах ЄС і США його давно вважають об'єктом особливої уваги [4, 5, 6, 7].

Порушення стабільності гомогенного складу асфальтобетонних сумішей оцінюється поняттям сегрегації, яке може бути сформульовано так. Сегрегація асфальтобетонних сумішей – це порушення однорідності розподілу в її об'ємі зерен мінеральної частини за їхньою крупністю і вмістом в них бітуму на всіх етапах виробничого циклу – складування, транспортування мінеральних матеріалів, дозування, перемішування сумішей, зберігання в бункерах-накопичувачах, вивантаження в транспортні засоби, транспортування і вивантаження в приймальний бункер асфальтоукладача та транспортування їх до шнеку, розподіл у шар шнеком асфальтоукладача.

Тому є очевидним, що системне вивчення сегрегації передбачає визначення її на всіх технологічних етапах, що може і повинно бути об'єктом спеціальної програми досліджень у межах виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт Укравтодору. У цій роботі розглядається сегрегація асфальтобетонних сумішей за методикою, викладеною у EN 12697-15 [8], з використанням виготовленого кафедрою технології дорожньо-будівельних матеріалів ХНАДУ на замовлення Державної корпорації «Укравтодор» пристрою (далі – сегрегатор).

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Сегрегатор – це установка (рис. 1), до складу якої входять: приймальний бункер (1) з термоізоляційним кожухом (2), терморегулятором (3) і засувкою (5); платформа (майданчик) (6) з отворами (7) діаметром 140 мм і 220 мм для формування конусу суміші. Стінки приймального бункера обладнані автоматичною системою нагріву.

За об'єкт досліджень слугували асфальтобетонні суміші різних типів, крупності, з різним вмістом



Рис. 1. Загальний вигляд сегрегатора:

- 1 – металевий приймальний бункер; 2 – термоізоляційний кожух приймального бункера; 3 – терморегулятор з монітором і кнопками управління обігріву приймального бункера; 4 – кабель живлення нагрівального елемента приймального бункера; 5 – металева засувка горловини бункера; 6 – платформа зсипання суміші; 7 – люки \varnothing 140 мм (а) і \varnothing 220 мм (б); 8 – опорні стійки; 9 – піддон для відбору суміші; 10 – важелі відкривання люків.

бітуму, виготовлені в лабораторній вертикальній мішалці з дотриманням відповідних температурних і часових режимів. Априорі передбачалося, що такі суміші є однорідними. Отже, визначали їхню потенційну здатність до сегрегації після перемішування.

Порядок випробування включає: попередній нагрів бункера до температури (160-170 °С); нагрів суміші до температури, що відповідає температурі її перемішування відповідно до марки використовуваного в ній бітуму; завантаження суміші в кількості (30±0,5) кг у приймальний бункер; вивантаження суміші на плат-

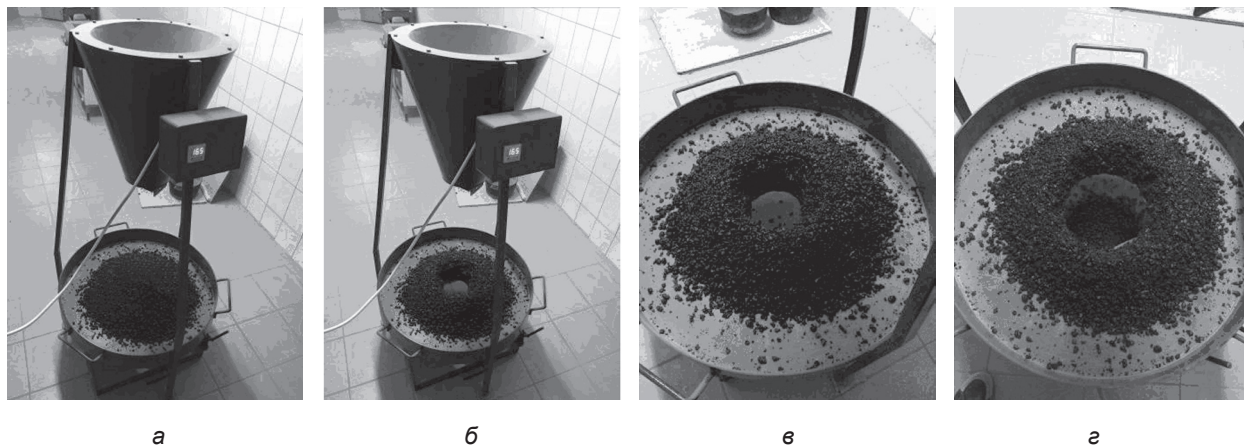


Рис. 2. Розподіл суміші на різних етапах випробування

форму (рис. 2а); вивантаження через отвір діаметром (140 мм) суміші з внутрішньої зони конуса, що сформувалася на платформі, в контейнер (рис. 2б, в); вивантаження суміші із середньої зони конуса в контейнер крізь отвір діаметром 220 мм (рис. 2г); перенос суміші із зовнішньої зони конуса, що залишилася на платформі, в контейнер. Суміші з зовнішньої і внутрішньої зони конуса піддавали екстрагуванню для визначення їхнього зернового складу і вмісту в них бітуму.

Згідно зі стандартом EN 12697-15, критеріями сегрегації слугувала різниця у вмісті бітуму в сумішах з крайніх зон і різниця повних залишків їхньої мінеральної частини на ситі 5 мм. Передбачено також порівняння вмісту бітуму в асфальтобетонному розчині дрібнозернистої і крупнозернистої частинах суміші.

За об'єкти досліджень прийняті асфальтобетонні суміші гарячі (з різним вмістом в них бітумів БНД 40/60, 60/90, 90/130) типів А, Б і В; дрібнозернисті з максимальною крупністю зерен 15 і 20 мм, що представлено на схемі (рис. 3).

Для приготування сумішей використані гранітний щебінь фракції 15-20 мм, 10-15 мм, 5-10 мм, відсів дроблення того ж щебеню, вапняковий мінеральний порошок із вмістом зерен дрібніших за 0,075 мм – 72,8%. Бітуми марок БНД 40/60 ($P_{25}=55 \times 0,1$ мм); БНД 60/90 ($P_{25}=73 \times 0,1$ мм) та БНД 90/130 ($P_{25}=117 \times 0,1$ мм), які відповідали вимогам стандарту.

Результати досліджень зведені в загальні таблиці за чинниками впливу.

Крупність щебеню. Вплив крупності суміші визначали порівнянням повних залишків на ситах з розмірами отворів 10 мм і 5 мм (табл. 1). Різниця з зовнішньої і внутрішньої зон сегрегації залишків суміші крупністю 20 мм на ситі 15 мм склала – 13,6 %; на ситі 10 мм – 14,9 %, на ситі 5 мм – 22,7 %, а суміші крупністю 15 мм на ситі 10 мм – 16,8%; на ситі 5 мм – 15,2%. Різниця у вмісті бітуму в першому випадку дорівнювала 1,2, у другому – 1,3 %; відношення МП/Б у першому випадку у внутрішній зоні – 1,9, а в зовнішній – 2,27.

Тип сумішей. Порівняння різниці сум повних залишків на ситах 5 мм і 10 мм у сумішах з зовнішньої і внутрішньої зон становить для типів: А – 39 %; Б – 23 %; В – 18 %, а різниця повних залишків на ситі 5 мм для типів: А – 17,5 %, Б – 13,1 %, В – 18,3 %, на ситі 10 мм для типів А – 16,8 %, Б – 13,4 %, В – 11,6 %.

За різницею вмісту бітуму у сумішах з внутрішньої і зовнішньої зон сегрегації ці типи розташовуються в такому порядку: тип А – 1,3 %, Б – 1,3 %, тип В – 1,6 %. Середня напівсума вмісту бітуму з зовнішньої і внутрішньої зон сегрегації близька до вмісту бітуму в початкових сумішах: тип А – 4,55 % і 4,50 %; тип Б – 4,85 % і 5,00 %, тип В – 5,80 % і 5,50 %.

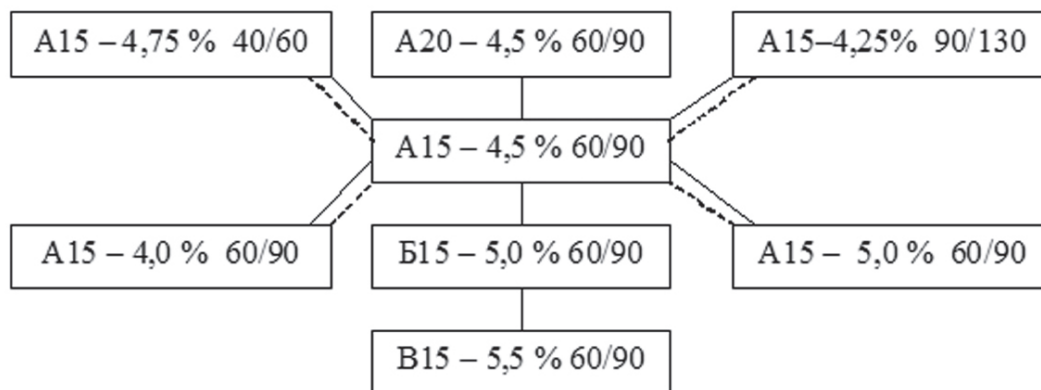


Рис. 3. Блок-схема об'єктів дослідження

Таблиця 1

Показники сегрегації асфальтобетонних сумішей різної крупності і типів

Тип суміші і крупність	Зона відбору	Вміст зерен фракцій, %			Різниця залишків на ситі 5 мм, %	Вміст бітуму, %	МП/Б
		15-20 мм	10-15 мм	5-10 мм			
А	початкова		31,8	55,5	17,5	4,5	2,0
	внутрішня		16,2	33,3		5,2	1,6
	зовнішня		33,0	50,8		3,9	1,4
Б	початкова		20,4	43,6	13,1	5,0	2,1
	внутрішня		13,0	26,0		5,5	1,4
	зовнішня		23,4	39,1		4,2	1,9
В	початкова		14,3	31,0	18,3	5,5	2,2
	внутрішня		11,5	17,8		6,6	1,4
	зовнішня		22,1	36,1		5,0	1,6
20 мм А	початкова	15,0	26,0	54,0	22,7	4,0	2,5
	внутрішня	3,0	13,8	29,4		4,9	1,9
	зовнішня	13,6	28,7	52,1		3,7	2,3
15 мм А	початкова		31,8	55,5	15,2	4,0	2,3
	внутрішня		18,3	32,8		5,5	1,4
	зовнішня		31,6	48,0		4,2	2,1

Вміст бітуму. Розгляд за такою схемою сегрегації сумішей типу А з різним вмістом бітуму показує (табл. 2), що його зниження супроводжується проходженням сегрегації через невеликий максимум: за 5 % бітуму – 14,7 %; за 4,5 % – 17,5 %; за 4 % – 15,2 %. З одного боку можна очікувати, що більший вміст бітуму може поліпшити ковзання зерен по схилу конуса, з іншого – відомо, що сегрегація сухих кам'яних матеріалів менша, ніж в асфальтобетон-

них сумішей. Досліди з сухими сумішами типу Б і В з максимальною крупністю зерен 10 мм показали, що їхня сегрегація відповідає 12,1 %, 13,2 %. Різниця вмісту бітуму після сегрегації в міру зменшення його кількості складає 1,4 %, 1,3 % і 1,3 %. Вона не перевищує 0,1 % і може бути прийнята однаковою для трьох сумішей.

В'язкість бітуму. Використані в випробуваннях бітуми мали пенетрацію 55х0,1 мм 76х0,1 мм

Таблиця 2

Показники сегрегації асфальтобетонних сумішей типу А з різним вмістом бітуму

Вміст бітуму, %	Зона відбору	Вміст зерен, %			Вміст бітуму, %	МП/Б
		10-15 мм	5-10 мм	Різниця залишків на ситі 5 мм, %		
5,0	початкова	31,8	55,5	14,7	5,0	1,80
	внутрішня	18,8	38,5		6,4	1,09
	зовнішня	38,4	53,2		5,0	13,60
4,5	початкова	31,8	55,5	17,5	4,5	2,00
	внутрішня	15,5	33,3		5,2	1,60
	зовнішня	39,6	50,8		3,9	1,36
4,0	початкова	31,8	55,5	14,2	4,0	2,25
	внутрішня	18,3	32,8		5,5	1,40
	зовнішня	31,6	48		4,2	2,05

и 117х0,1 мм. За температури випробування, що дорівнює 160 °С, в'язкість цих бітумів близька до 0,5

Пахс. В асфальтобетонній суміші бітум входить до складу асфальтов'язучої речовини, в'язкість якого

може бути в 4-15 разів вища (залежно від МП/Б), ніж в'язкість вихідного бітуму. За умови однакового вмісту мінерального порошку співвідношення значень в'язкості для всіх трьох бітумів може бути досить близьким. Водночас внаслідок меншого вмісту бітуму з пенетрацією 117х0,1 мм відношення МП/Б незначно підвищується, що може трохи підвищити в'язкість асфальтов'язучого і зменшувати сегрегацію. Деяке

підвищення сегрегації від 19,5 % до 21,6 % з пониженням пенетрації бітуму може бути обумовлено саме цією причиною. Сегрегація сумішей за вмістом бітуму в крайніх її зонах на основі бітумів з $P_{25} = 55 \times 0,1$ мм, $P_{25} = 73 \times 0,1$ і $P_{25} = 117 \times 0,1$ мм відповідно дорівнює 1,3 %, 1,3 %, 1,6 % (табл. 3).

Фізико-механічні властивості асфальтобетонів. Властивості асфальтобетонів із сумішей зов-

Таблиця 3

Показники сегрегації асфальтобетонних сумішей на бітумах різних марок

Марка бітуму %	Зона відбору	Вміст зерен, %		Вміст бітуму, %	МП/Б
		10-15 мм	5-10 мм		
БНД 40/60	початкова	31,8	55,5	4,75	1,9
	внутрішня	16,5	33,9	5,5	1,8
	зовнішня	35,9	53,4	4,2	2,0
БНД 60/90	початкова	31,8	55,5	4,5	2,0
	внутрішня	16,2	33,3	5,2	1,6
	зовнішня	33,6	50,8	3,9	1,4
БНД 90/130	початкова	31,8	55,5	4,25	2,1
	внутрішня	17,3	33,5	6,6	0,9
	зовнішня	37,4	55,1	5,0	1,6

нішньої і внутрішньої зон сегрегації, які наведено у **табл. 4**, свідчать про те, що сегрегація більшою мірою позначається на водонасиченні асфальтобетонів. Воно завжди менше у асфальтобетонів із сумішей внутрішньої зони сегрегації, що можна пояснити великим вмістом в них бітуму і здебільшого зерен дрібніших за 0,071 мм. Крім цього, змінюється гранулометричний тип сумішей. Вихідна суміш типу А переходить у тип Б і навіть у тип В. Асфальтобетон з гранулометрією типу А із сумішей зовнішньої зони сегрегації залишається у межах цього ж типу і відповідає вимогам стандарту до зернового складу на цей тип. Це відноситься і до сумішей типу Б і В. Водночас гранулометрія асфальтобетонів цих типів із внутрішньої зони сегрегації переходить у тип В. Асфальтобетон типу В із зовнішньої зони сегрегації переходить у тип Б (36 % зерен щебеню крупніші за 5 мм і практичний збіг повних залишків з вимогами стандарту за всіма іншими фракціями). А в асфальтобетоні типу В з внутрішньої зони сегрегації вміст щебеню стає меншим від вимог стандарту. Зазвичай вміст мінерального порошку у сумішах зовнішньої і внутрішньої зон сегрегації залишається близьким до того, який прийнято для вихідних сумішей – розбіжність не перевищує 2 %. При цьому слід мати на увазі, що точність визначення вмісту зерен дрібніших за 0,071 мм під час екстрагування нижче точності визначення вмісту великих зерен. Напівсума вмісту бітуму в сумішах крайніх зон сегрегації здебільшого близька до вмісту бітуму в початкових сумішах (4,3 – 4,25; 5,7 – 5,0; 5,2 – 4,5; 4,75 – 4,0; 4,75 – 4,75; 4,55 – 4,5; 4,75 – 4,25; 4,8 – 5,0; 5,8 – 5,5 %).

Показники міцності менш чутливі до сегрегації, ніж зерновий склад. Водночас немає стійкої тенденції у перевагах за міцністю асфальтобетонів із зовнішньої або внутрішньої зон сегрегації. Це можна пояснити відмінним від оптимального вмістом бітуму, що визначається зазвичай за максимумом міцності. Більший вміст бітуму у сумішах з підвищеним вмістом порошку може призводити до значного зниження міцності, тоді як для зернистих сумішей з зовнішньої зони сегрегації це не настільки суттєво. Воно залишається досить близьким до вмісту бітуму у початкових сумішах.

Для базової у цій роботі суміші типу А з 4,5 % бітуму було визначено час життя під навантаженням, що викликає напруження під час вигину, рівне 0,2 від граничної, за 21 °С (1,5 МПа для вихідної суміші; 1,62 МПа суміші з внутрішньої зони сегрегації і 1,43 МПа з зовнішньої зони сегрегації). Час життя в першому випадку склав 32,4 години, у другому – 41,9 години, в третьому – 23,8 години. Це рельєфно відображає вплив сегрегації на умовну довговічність асфальтобетону і вкотре підтверджує пріоритетність часових показників в оцінці якості асфальтобетонів [9].

В основу класифікації асфальтобетонних сумішей за гранулометричними типами покладено вміст в них щебеню. При цьому кожен тип допускає відхилення зерен, крупніших за 5 мм у межах 10 %: А – (45-55) %, Б – (35-45) %, В – (25-35) %. Дозування щебеню повинно здійснюватися з похибкою не більше ± 3 %. Через це нормовані межі вмісту щебеню можуть розширюватися. Наведені вище дані показують, що в процесі сегрегації вміст щебеню може

**Фізико-механічні властивості асфальтобетонів, отриманих із сумішей
внутрішньої і зовнішньої зон сегрегації**

Тип суміші	В'язуче		Зона відбору	Вміст бітуму, %	Середня густина, г/см ³	Водонасичення, %	Міцність на стиск, МПа		K _в на 15-ту добу
	Марка	Вміст, %					20 °C	50 °C	
A 20		4,25	внутрішня зовнішня	4,9 3,7	2,43 2,40	0,9 2,9	4,0 3,4	1,7 1,4	0,97 0,80
A 15	БНД 60/90	4,0	внутрішня зовнішня	5,5 4,2	2,44 2,37	1,8 3,1	4,4 3,7	1,8 1,6	0,96 1,00
		4,5	внутрішня зовнішня	5,2 3,9	2,47 2,45	0,4 1,0	3,7 4,2	1,8 1,6	1,00 1,00
		5,0	внутрішня зовнішня	6,4 5,0	2,46 2,47	0,3 0,4	2,9 3,2	1,4 1,6	1,00 1,00
		4,75	внутрішня зовнішня	5,5 4,2	2,46 2,49	0,6 0,4	3,7 4,3	1,5 1,7	1,00 1,00
	БНД 40/60	4,75	внутрішня зовнішня	5,5 4,2	2,46 2,49	0,6 0,4	3,7 4,3	1,5 1,7	1,00 1,00
	БНД 90/130	4,25	внутрішня зовнішня	5,2 4,5	2,46 2,47	0,6 1,5	3,0 3,1	1,4 1,5	1,00 1,00
B 15	БНД	5,0	внутрішня зовнішня	5,5 4,2	2,45 2,47	0,4 0,8	3,8 4,4	1,6 1,8	1,00 1,00
B 15		5,5	внутрішня зовнішня	6,6 5,0	2,41 2,43	0,4 0,5	3,5 4,0	1,5 1,5	1,00 1,00

змінюватися настільки, що гранулометричні склади сумішей з внутрішньої сегрегаційної зони виходять за передбачені і за нормовані стандартами межі.

З огляду на це була штучно змінена мінеральна частина суміші типу А, яка спочатку складалася: з 29 % фракції 10-15 мм; 20 % – фракції 5-10 мм; 43 % – зерен 0,071-5 мм; 8 % – зерен дрібніших за 0,071 мм. Чотири інші суміші відрізнялись вмістом однієї з фракцій 10-15 мм або 5-10 мм у бік зменшення чи зростання на 10 %. Одна суміш містила 19 % фракції 10-15 мм (вміст інших фракцій залишився таким як у вихідній суміші) друга – 39 % фракції 10-15 мм; третя – 10 % фракції 5-10 мм; четверта – 30 % фракції 5-10

мм. Результати випробувань, які наведено у *табл. 5*, свідчать про те, що сегрегація за повними залишками на ситі 5 мм мінімальна (12,1 %) для мінеральної суміші, що відповідає серединній між крайніми межами кривій суміші типу А. Будь-яке порушення складу в бік збільшення або зменшення фракцій 5-10 мм або 10-15 мм на 10 % призводить до зростання сегрегації на 6-9 %. Ці відмінності можуть зрости у разі випробування асфальтобетонних сумішей з аналогічними мінеральними складами.

Заводська перевірка сегрегації (*рис. 4*). Пробну перевірку методу у заводських умовах виконували на сумішах, що містять щебеню: 65 % (для нижніх

Таблиця 5

Вплив зміни вмісту щебеню фракцій 5-10 мм и 10-15 мм на розшарування сумішей

Індекс	Характеристика складу суміші	Повні залишки на ситі 5 мм (%) та їхня різниця	
		Повні залишки сегрегації	Різниця повних залишків у внутрішніх і зовнішніх зонах
B	Вихідна	49	12,1
1	Зі вмістом фракції 10-15 мм на 10 % менше	49	20,2
2	Зі вмістом фракції 10-15 мм на 10 % мм більше	49	18,2
3	Зі вмістом фракції 5-10 мм на 10 % менше	39	18,9
4	Зі вмістом фракції 5-10 мм на 10 % більше	59	21,2

шарів); 41 % (тип Б) і 29 % (тип В). Рівень сегрегації за різницею повних залишків на ситі 5 мм і вмістом бітуму у сумішах з зовнішньої і внутрішньої зон сегрегації відповідає: суміші для нижнього шару 20,2 % і 1,7 % бітуму; суміш тип Б – 14 % і 2,2 % бітуму; суміш В – 25,5 % і 1,7 % бітуму.

Це супроводжується різницею водонасичення для асфальтобетонів із зовнішньої і внутрішньої зон сегрегації для сумішей: А – 4,5 %, Б – 1,9 %, В – 4,3 %. Незважаючи на це, міцність за 20 °С і 50 °С асфальтобетонів із сумішей різних зон сегрегації відрізняється незначно, що спостерігалось і в процесі лабораторних випробувань.



Рис.4. Використання сегрегатора у заводських умовах



ВИСНОВКИ

Представлені тут результати випробувань є першою спробою звернутися до проблеми сегрегації асфальтобетонних сумішей, яка є суттєвою причиною погіршення експлуатаційних властивостей асфальтобетонних покриттів. Використані в роботі апарат і метод, що застосовуються в ЄС, є досить простими. Однак саме випробування громіздке, воно вимагає використання проб великої маси і поки невідомої їхньої кількості для отримання результатів з необхідною точністю вимірювань. Випробування ускладнюються необхідністю системного екстрагування асфальтобетонних сумішей, що важко без автоматичних екстракторів.

У процесі досліджень виявлено факти, закономірності та взаємозв'язки, які не вкладаються в традиційну логіку структурування асфальтобетонних сумішей за рахунок асфальтов'язучої речовини. Це стосується: випадків більшого розшарування асфальтобетонних сумішей порівняно з розшаруванням їхньої мінеральної частини; слабкої реакції показників міцності асфальтобетону на зміну складу сумішей з крайніх зон сегрегації; високого ступеня сегрегації сумішей типу В; більшого відношення МП/Б зернистості з зовнішньої зони сегрегації суміші порівняно з МП/Б дрібнозернистої з внутрішньої зони сегрегації суміші.

Технічні результати досліджень зводяться до такого: вміст бітуму в суміші з внутрішньої зони сегрегації завжди більший, ніж у суміші з зовнішньої, а відношення МП/Б часто навпаки; вміст зерен дрібніших – за 0,071 мм у зовнішній зоні практично завжди менший, ніж у вихідній суміші; сегрегація зростає зі збільшенням крупності зерен щебеню; вона мінімальна для сумішей типу Б; сегрегація максимальна за умови оптимального вмісту (за максимумом міцності) бітуму; вона збільшується з підвищенням пенетрації бітуму і слабо змінюється (на 6-8 %) порівняно з вихідною сумішшю за умови зміни вмісту щебеню в суміші у межах 20 %. Показники міцності мало змінюються в процесі сегрегації.

Подальше поглиблене вивчення сегрегації асфальтобетонних сумішей на всіх технологічних етапах – від розвантаження щебеню до укладання суміші у шар шнеком асфальтоукладача – дозволить прогнозувати можливу зміну складу асфальтобетонних сумішей у відношенні до проектного і знаходити конструктивні рішення технологічних ліній переміщення мінеральних складових, перемішування, вивантаження суміші в транспортні засоби, їхнього транспортування, вивантаження в приймальний бункер асфальтоукладача, а також пересування у вузлах асфальтоукладачів, завдяки яким рівень сегрегації асфальтобетонних сумішей може бути знижений.



ЛІТЕРАТУРА

1. Савилячюс Г. И. Контроль и регулирование однородности асфальтобетонных смесей при их изготовлении. Автореф. дисс. канд. техн. наук. – МАДИ – 1984. – 20 с.
2. Шестаков В. Н., Пермяков В. П. Технологическое обеспечение качества строительства асфальтобетонных покрытий. – Омск: из-во СиБАДИ. – 1999. – 240 с.

3. Ищенко И. С., Калашникова Г. Н., Семенов Д. А. Технология устройства и ремонта асфальтобетонных покрытий. – М.: «Аир-Арт». – 2001. – 176 с.
4. Arquié G. Ségrégation des granulats // Bull. Liaison. Labo. P. et Ch. N 50. – 1971. – P. 105-121.
5. Barou R. Fabrication des enrobés // Bull. Liaison Labo. P et Ch. 173. – 1991 – P. 103-120.
6. Ottine J. M. Khaknar D.V. Fundamental research in heaping, mixing and segregation of granular materials; challenges and perspectives // Powder Technol. Vol. 121/ – 2000. – P.117-122.
7. Радовский Б. С. Сегрегация асфальтобетонных смесей и методы борьбы с ней в США // Дорожная техника. – 2007. – С. 26-40.
8. EN 12697-15:2003 Bituminous mixture – Test methods for hot mix asphalt – Part 15: Determination of segregation sensivity. British standart. – 2003. – 15 p.
9. Золотарев В. А. Время как критерий оценки долговечности асфальтовых материалов. Дорожные асфальтобетоны. Избранные труды. Том 3. Санкт-Петербург: Славутин. 2015. – 145-157.
10. Королев И. В. Дорожный теплый асфальтобетон. Харьков. Высшая школа, 1975. – 156 с.

УДК 625.7/.8

© Литвиненко А. С., інженер шляхів сполучення (автомобільні дороги)

ПРО НАЙВАЖЛИВІШИЙ НЕДОЛІК ЧИННОГО МЕТОДУ СТАТИЧНОГО ЗОНДУВАННЯ ЯК ПОЛЬОВОГО МЕТОДУ ВИПРОБУВАННЯ ҐРУНТІВ

Анотація. У роботі доводиться, що незважаючи на технічні можливості сучасного обладнання для статичного зондування і наявність сертифікатів придатності метод статичного зондування не забезпечує більшості задекларованих ДСТУ Б В.2.1-9-2002 випробувань, крім хіба що визначення глибини залягання покрівлі скельних, грубоуламкових або щільних піщаних ґрунтів.

Ключові слова: автомобільна дорога, польові методи, статичне зондування, результати вимірювань, недоліки методу.

Аннотация. В работе показано, что невзирая на технические возможности современного оборудования для статического зондирования и наличия сертификатов соответствия метод статического зондирования не обеспечивает большинства задекларированных ДСТУ Б В.2.1-9-2002 испытаний, кроме разве что определения глубины залегания кровли скальных, крупнообломочных или плотных песчаных грунтов.

Ключевые слова: автомобильная дорога, полевые методы, статическое зондирование, результаты измерений, недостатки метода.

Abstract. The paper proves that despite significant technical perfection of modern equipment for static sensing and availability of Certificates of Conformance, the method of static sensing does not provide the majority of the tests declared by the State Standard DSTU B V.2.1-9-2002, except for those designed for determining the occurrence depth of top of rock, coarse soils or dense sandy soils.

Keywords: road, field methods, static sensing, measurement results, the shortcomings of the methods.

ВСТУП

Аналіз загальної ситуації на багатьох ділянках будівництва як транспортної інфраструктури, так і окремих будівельних об'єктів, свідчить, що дані випробувань, отримані методом статичного зондування, який як допоміжний використовують для екстраполяції даних, отриманих за допомогою бурових свердловин, не зовсім відповідають реальному стану ґрунтів і дуже часто суттєво занижують їхню фактичну несну здатність. Оскільки такий аналіз вимагає залучення досить об'ємного графічного матеріалу, в цій роботі обмежимося прикладами лише для декількох досліджених об'єктів без надання конкретної назви. Водночас треба мати на увазі, що не тільки автор статті, але й інші зацікавлені фахівці, користуючись викладеним тут підходом, можуть самостійно підтвердити слушність зроблених висновків.

Автор пропонує впровадити у нову редакцію ДСТУ Б В.2.1-9 [1] представлену у цій роботі гра-

фічну інтерпретацію даних статичного зондування та їхнього аналізу, а також змінити саму концепцію цього стандарту. У його новій редакції статичне і динамічне зондування, залишаючись допоміжними методами геотехнічних вишукувань, повинні стати провідними методами визначення саме просторової мінливості як шарів і ліній ґрунтів, так і їхнього стану. Це необхідно для більш цілеспрямованого вибору місць відбирання зразків ґрунтів для подальших лабораторних випробувань, а також місць розташування дослідних майданчиків і глибини проведення польових випробувань ґрунтів іншими методами, наприклад, пресіометрії.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для аналізу використано паспорти статичного зондування, отримані в результаті обстежень природних основ деяких об'єктів транспортної інфраструкту-